

PAT-NO: JP405153750A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05153750 A
TITLE: EXPLOSION-PROOF ROTATING ELECTRIC MACHINE
PUBN-DATE: June 18, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJIMOTO, HIROFUMI	
ISHIKAWA, HIROAKI	
EGAWA, SHIN	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPONDENSO CO LTDN/A	

APPL-NO: JP03271289
APPL-DATE: October 18, 1991

INT-CL (IPC): H02K005/136 , H02K005/20

US-CL-CURRENT: 310/88

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide an explosion-proof rotating electric machine in which explosion-proof performance can be enhanced while preventing cooling capacity and brush powder discharging capacity from lowering.

CONSTITUTION: Upon rotation of a rotary shaft 4, a brush 72 comes into contact with a slip ring (conductive contacting member) 8 and a current flows between them. When a spark is produced in a combustible gas environment due to insufficient contact between the brush 7 and the slip ring 8, the combustible gas is fired to produce flames which are mainly directed in the ventilating direction by cooling air and flow into a groove (air blow out path) 9. The flames are cooled through contact with the air blow out path 9 and extinguished thus preventing the flames from propagating to the inner space S of housing 3.

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-153750

(43)公開日 平成5年(1993)6月18日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 2 K 5/136
5/20

識別記号

庁内整理番号

7254-5H

7254-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-271289

(22)出願日 平成3年(1991)10月18日

(31)優先権主張番号 特願平3-258051

(32)優先日 平3(1991)10月4日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 藤元 弘文

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電
装株式会社内

(72)発明者 石川 博章

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電
装株式会社内

(72)発明者 江川 慎

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電
装株式会社内

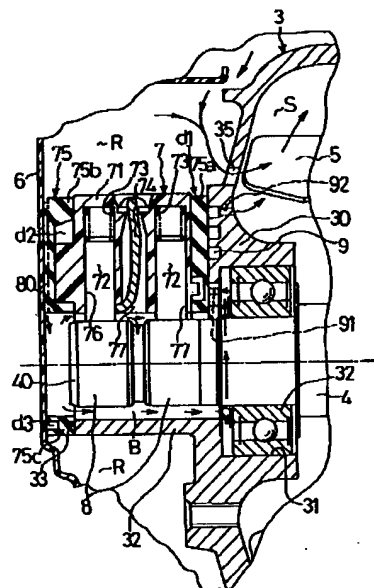
(74)代理人 弁理士 大川 宏

(54)【発明の名称】 防爆型回転電機

(57)【要約】

【目的】冷却能力低下及びブラシ粉排出能力低下を抑止しつつ防爆性能向上が可能な防爆型回転電機を提供する。

【構成】回転軸4の回転により、ブラシ72はスリップリング(接触導電部材)8と接触して両者間に電流が流れる。可燃性ガス雰囲気中でブラシ72とスリップリング8との間の接触不良により火花が生じると、可燃性ガスに引火して火炎が生じ、火炎は冷却風により主に通風方向すなわち凹溝(空気吹き出し通路)9内に流入する。空気吹き出し通路9は火炎を接触冷却して消滅し、ハウジング3の内部空間Sに火炎が伝播するのを防止する。



3...ハウジング
4...回転軸
5...冷却ファン
6...リアカバー
7...ブラシアセンブリ
8...スリップリング
9...凹溝(空気吹き出し通路)
31...ハウジング3の内部空間
32...ハウジング3の内部空間
33...スリップリング支持部
35...ブラシホルダ
40...リアカバー
41...ブラシアセンブリ
42...スリップリング支持部
43...スリップリング支持部
44...スリップリング支持部
45...スリップリング支持部
46...スリップリング支持部
47...スリップリング支持部
48...スリップリング支持部
49...スリップリング支持部
50...スリップリング支持部
51...スリップリング支持部
52...スリップリング支持部
53...スリップリング支持部
54...スリップリング支持部
55...スリップリング支持部
56...スリップリング支持部
57...スリップリング支持部
58...スリップリング支持部
59...スリップリング支持部
60...スリップリング支持部
61...スリップリング支持部
62...スリップリング支持部
63...スリップリング支持部
64...スリップリング支持部
65...スリップリング支持部
66...スリップリング支持部
67...スリップリング支持部
68...スリップリング支持部
69...スリップリング支持部
70...スリップリング支持部
71...ブラシホルダ
72...ブラシ
73...ブラシアセンブリ
74...スリップリング支持部
75...スリップリング支持部
76...スリップリング支持部
77...スリップリング支持部
78...スリップリング支持部
79...スリップリング支持部
80...スリップリング支持部
81...スリップリング支持部
82...スリップリング支持部
83...スリップリング支持部
84...スリップリング支持部
85...スリップリング支持部
86...スリップリング支持部
87...スリップリング支持部
88...スリップリング支持部
89...スリップリング支持部
90...スリップリング支持部
91...スリップリング支持部
92...スリップリング支持部
93...スリップリング支持部
94...スリップリング支持部
95...スリップリング支持部
96...スリップリング支持部
97...スリップリング支持部
98...スリップリング支持部
99...スリップリング支持部

【特許請求の範囲】

【請求項1】回転軸を回転自在に支承するハウジングと、該ハウジングの内部にて回転軸に配設される冷却ファンと、前記ハウジングの外部にて回転軸に配設される接触導電部材と、前記ハウジングの外部にて前記端壁に近接して配設されるブラシケースと、該ブラシケースに収容され前記接触導電部材に導電可能に接触するブラシと、前記ブラシ近傍の空間を前記ハウジングの内部空間に連通して前記ブラシ近傍のガスを前記ハウジングの内部空間に排出する空気吹き出し通路とを備える防爆型回転電機において、前記空気吹き出し通路は、互いに当接する前記ハウジングの端壁と前記ブラシケースの端壁との両方により区画され前記両端壁間の境界面に沿って配設されることを特徴とする防爆型回転電機。

【請求項2】前記空気吹き出し通路は、前記両端壁の少なくとも一方を屈曲形状に凹設してなる請求項1記載の防爆型回転電機。

【請求項3】前記ハウジングの前記端壁は、外部から前記内部空間に冷却風を吸い込むための空気吸い込み口を、前記空気吹き出し通路近傍に備える請求項1記載の防爆型回転電機。

【請求項4】前記ハウジングの前記端壁及び前記ブラシの前記端壁の少なくとも一方は、前記空気吸い込み口の近傍に冷却フィンを備える請求項3記載の防爆型回転電機。

【請求項5】前記ブラシケースの前記端壁は、金属を素材として作製されている請求項1記載の防爆型回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は可燃性ガス雰囲気中で使用可能な防爆型回転電機に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の同期発電機の一例を図12に示す。この発電機は、三相交流発電機であって、フロントハウジング11とこのフロントハウジング11の開口に接合されて内部空間Sを閉成するリヤハウジング12とからなるハウジング10を有し、ハウジング10は駆動軸13を回転自在に支承している。回転子14は、内部空間S内において駆動軸13に嵌着された界磁鉄心15と、界磁鉄心15に巻装された界磁コイル16とからなり、固定子17は、ハウジング10の内周面に固定された固定子鉄心18と、固定子鉄心18に巻装された電機子コイル19とからなる。リヤハウジング12の端壁12aを覆ってリヤカバー20が配設されており、リヤカバー20の内部には発電電圧整流用のレギュレータ21及びブラシホルダ22が収容されている。なお、レギュレータ21はリヤハウジング12の端壁12aに締着されており、ブラシホルダ22はレギュレータ21に締着

されている。ブラシホルダ22はブラシ23を収容しており、ブラシ23は駆動軸13に嵌着されたスリップリング24に押接されている。

【0003】また、駆動軸13に固着された冷却ファン25は冷却風を生じ、この冷却風は、フロントハウジング11及びリヤハウジング12の両端壁11a、12aに開口された空気吸い込み口26から流入して、リヤハウジング12の周壁12bに開口された空気排出口27から排出される。更に、リヤカバー20内に流入した冷却風はブラシホルダ22及びレギュレータ21などを通過した後、リヤハウジング12の空気吸い込み口26から内部空間Sに流入する。

【0004】この発電機の作動を説明すると、駆動軸13の回転と界磁コイル16への界磁電流の通電により電機子コイル19に三相交流電圧が発生し、それをリヤカバー20内の整流器（図示せず）で整流するとともに、レギュレータ21で界磁電流を制御して発電電圧を調節している。この種の同期発電機を例えば船用発電機として採用する場合には防爆仕様を満足するために、ブラシ23とスリップリング24との間の火花により生じた火花を消滅する必要がある、このため従来では、この発電機を密閉型とすることが一般的であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、密閉型とすると冷却能力不足から出力性能が大幅に低下してしまう不具合があった。本発明は、上記問題点を鑑みなされたものであり、冷却能力低下を抑止しつつ防爆性能向上が可能な防爆型回転電機を提供することをその目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、回転軸を回転自在に支承するハウジングと、該ハウジングの内部にて回転軸に配設される冷却ファンと、前記ハウジングの外部にて回転軸に配設される接触導電部材と、前記ハウジングの外部にて前記端壁に近接して配設されるブラシケースと、該ブラシケースに収容され前記接触導電部材に導電可能に接触するブラシと、前記ブラシ近傍の空間を前記ハウジングの内部空間に連通して前記ブラシ近傍のガスを前記ハウジングの内部空間に排出する空気吹き出し通路とを備える防爆型回転電機において、前記空気吹き出し通路は、互いに当接する前記ハウジングの端壁と前記ブラシケースの端壁との両方により区画され前記両端壁間の境界面に沿って配設されることを特徴としている。

【0007】好適な態様において、接触導電部材は、スリップリングからなる。好適な態様において、接触導電部材は、コンミテータからなる。好適な態様において、ブラシケースはブラシを摺動自在に保持するブラシホルダと、このブラシホルダとハウジングの端壁との間の間隙をシールするブラシシールゴムとからなる。

【0008】好適な態様において、前記空気吹き出し通路は、前記両端壁の少なくとも一方を非直線状に凹設してなる。好適な態様において、前記空気吹き出し通路は、屈曲形状を有する。ここで、屈曲形状とは少なくとも一回のコ字又はU字形状の屈曲部分を有する。好適な態様において、前記両端壁間の境界面は回転軸の径方向に配設される。

【0009】好適な態様において、前記接触導電部材は界磁給電型の交流発電機のスリップリングからなる。好適な態様において、ハウジングの前記端壁は、外部から前記内部空間に冷却風を吸い込むための空気吸い込み口を、前記空気吹き出し通路近傍に備える。好適な態様において、ハウジングの前記端壁及びブラシの前記端壁の少なくとも一方は、前記空気吸い込み口の近傍に冷却ファンを備える。

【0010】好適な態様において、ブラシケースの前記端壁は、金属を素材として作製されている。

【0011】

【作用】回転軸の回転により、ブラシは接触導電部材と接触して両者間に電流が流れる。可燃性ガス雰囲気中で接触不良により火花が生じると、可燃性ガスに引火して火炎が生じ、火炎は冷却風により主に通風方向すなわち空気吹き出し通路に伝播する。

【0012】空気吹き出し通路は、より正確に言えば空気吹き出し通路を区画する壁面は火炎を接触冷却して消炎し、ハウジングの内部空間に火炎が伝播するのを防止する。

【0013】

【実施例】（実施例1）本発明の防爆型回転電機の一例としてモーターボート用の三相交流発電機を図1及び図2に示す。図1はこの発電機の軸方向要部断面図を示し、図2はそのハウジングの後端壁面を軸方向に見た図である。

【0014】この発電機は、図3に示した上述の発電機と要部同一に構成されており、ただ、後述のブラシアッセンブリ及びその周辺の部分が異なっている。したがって、この発電機のハウジング1の内部の構成及びその作動についての説明は省略し、ブラシアッセンブリ及びその周辺の部分について詳述する。ハウジング3の後端壁30の中央には軸受孔31が貫設されており、軸受孔31に収容された球軸受32は駆動軸（本発明でいう回転軸）4を回転自在に支承している。駆動軸4にはハウジング3の内部空間S内において冷却ファン5が嵌着されている。ハウジング3の後端壁30を覆ってリヤカバー6が配設されており、後端壁30とリヤカバー6とにより区画形成される電気部品室Rには整流器（図示せず）、レギュレータ（図示せず）、ブラシアッセンブリ7が収容されている。なお、これらレギュレータ及び整流器はハウジング3の後端壁30にそれぞれねじ（図示せず）により締着されている。

【0015】駆動軸4の後端部40は、ハウジング1の軸受孔31を貫通して電気部品室R内に突出しており、更に、この突出した駆動軸4の突出軸部40を囲包してハウジング3の後端壁30から略円筒状の軸包筒部32が軸方向に突出している。ただし、この軸包筒部32は図1中、上部において切り欠かれており、この切り欠かれた位置にブラシアッセンブリ7が着座している。

【0016】駆動軸4の突出軸部40には電気部品室R内において硬銅製のスリップリング対8が互いに所定間隔を隔てて嵌着されている。両スリップリング8から駆動軸4内の孔部（図示せず）を通じて一対の絶縁電線（図示せず）が布設されており、これら絶縁電線により両スリップリング8は内部空間S内の界磁コイル（図示せず）の両端に接続されている。

【0017】ブラシアッセンブリ7は駆動軸4の突出軸部40に隣接して配設されている。このブラシアッセンブリ7は、略箱形状のブラシホルダ（本発明でいうブラシケースの一部）71と、ブラシホルダ71内に収容された一対のブラシ72、ばね73及びビグテイル74と、ブラシホルダ71の外側に密接するブラシシールゴム（本発明でいうブラシケースの残部）75とを有する。

【0018】略箱形状の樹脂一体成形品からなるブラシホルダ71は、PPS（ポリフェニレンサルファイド）樹脂からなり、駆動軸4の突出軸部40に向けて開口する一対のブラシ孔76及びビグテイル孔77を有する。両ブラシ孔76内にはばね73及びブラシ72がそれぞれ嵌入されており、ばね73はブラシ72をブラシ孔76から押し出すように付勢し、この付勢により両ブラシ72の下端面がスリップリング8に個別に押圧されている。ビグテイル孔77内には、ブラシ72に給電するための導線であるビグテイル74が収容されている。

【0019】ブラシシールゴム75は、シリコンゴムからなり、ブラシホルダ71の前後左右の側面に嵌着されるとともにリヤカバー6に沿って垂下している。ここで、ハウジング3の後端壁30とブラシホルダ71の前壁との間の径方向間隙部d1に介挿され径方向間隙部d1をシールするブラシシールゴム75の板状の部分は前板部75a（図1、図3参照）と呼ばれ、同様に、ブラシホルダ71とリヤカバー6との間の径方向間隙部d2に介挿され径方向間隙部d2をシールするブラシシールゴム75の板状の部分は後板部75b（図1参照）と呼ばれ、後板部75bからリヤカバー6に沿って垂下してハウジング3の軸包筒部32の先端面33とリヤカバー6との間の間隙部d3をシールするブラシシールゴム75の輪状の部分は輪板部75cと呼ばれる。

【0020】上記結果として、リヤカバー60、ブラシホルダ71、ブラシシールゴム75、ハウジング3の後端壁30及び軸包筒部32により、駆動軸4の突出軸部40を囲包する密閉空間（以下、ブラシ室という）Bが

5

区画形成される。後板部75bにはリヤカバー60に接する面に凹溝80が形成されており、この凹溝80は図1に示すように電気部品室Rの上部と輪板部75b内を連通している。前板部75aの高さは約17mm、幅は約16mm、厚さは約3mmに設定されている。

【0021】次に、この実施例の重要な特徴部分を以下に説明する。ブラシールゴム75の前板部75aに接するハウジング3の後端壁30の外面には図1及び図2に示すように、幅が約2mm、深さが約2.5mm、総長が約50mmのつづら折れ状の凹溝9が形成されており、この凹溝9の径小側の端は後端壁30に貫設された貫通孔91によりハウジング3の軸受孔31に連通し、更にこの軸受孔31を通じてブラシ室Bに連通している。一方、凹溝9の径大側の端は後端壁30に貫設された貫通孔92によりハウジング3内の内部空間Sに連通している。

【0022】次に、この実施例におけるブラシ冷却について説明する。駆動軸4に固着された冷却ファン5は冷却風を生じ、それにより、内部空間Sの空気吸い込み口35近傍を負圧とする。この負圧に引かれて、図1に矢印で示す冷却風が生じ、この冷却風は、リヤカバー60と後板部75bとにより区画形成される凹溝80からブラシ室Bに流入し、ブラシ室Bから軸受孔31、貫通孔91を流れ、貫通孔91から、後端壁30と前板部75aとにより区画形成される凹溝9を曲流して貫通孔92を通じて内部空間Sに流入し、図示しないハウジング3の空気吹き出し口から外部に排出される。

【0023】これにより、冷却風はブラシ72、スリッパリング8、球軸受32を冷却するとともに、ブラシ72からブラシ室Bに落下するブラシ粉を外部に排出する。ここで、ブラシ72とスリッパリング8との接触が不良であると、それらの間に火花が生じ、可燃性ガス雰囲気中で運転する場合にはこの火花によりブラシ室B内に火炎が生じる場合がある。生じた火炎は、冷却風の流下方向すなわち内部空間Sに向けて伝播する。

【0024】しかしながら、この実施例では、ブラシ室Bと広い内部空間Sを細長いつづら折れ状の凹溝9（本発明でいう空気吹き出し通路）により狭窄されているので、そのため火炎はこの凹溝9内でハウジング3の後端壁30及びブラシールゴム75の前板部75aの両表面で強力冷却されて消滅され、ハウジング1の内部空間S内に達することは無い。

【0025】またこの実施例では、ハウジング3の後端壁30とブラシールゴム75の前板部75aとを当接して消滅用の凹溝9を区画形成しているので、複雑なつづら折れ形状を有する空気吹き出し通路を簡単に作製でき、作製に掛かる工程及び費用が大幅に低減できる。更にこの実施例では、ハウジング3の後端壁30に、凹溝（空気吹き出し通路）9に隣接して空気吸い込み口35が貫設されているので、電気部品室Rから空気吸い込み

6

口35を通じて内部空間Sへ冷却風が吸い込まれるに際して、この冷却風は空気吸い込み口35でハウジング3の後端壁30を冷却し、それにより凹溝（空気吹き出し通路）9を区画する後端壁30の凹溝表面が冷却される。その結果、火炎により凹溝表面が高温となって火炎冷却効果が低下するのが防止される。

（実施例2）他の実施例を図3及び図4に示す。

【0026】この実施例は、ブラシールゴム75の前板部75aにつづら折れ状の凹溝91を設けたものであるが、アルミ合金製のハウジング3の後端壁30に凹溝9を設ける実施例1の方が後端壁30の良熱伝導性及び大熱容量を利用でき、好適である。図5から図7に凹溝91の変形態様を示す。

【0027】このように、凹溝91は直線以外の形状であれば通路長を稼いで消炎効果を増強することができる。

（実施例3）他の実施例を図8及び図9に示す。この実施例は、図1に示す実施例1の装置において、ハウジング3の後端壁30の表面の内、特に空気吸い込み口35の入口に隣接する位置に、冷却フィン36が立設されている。すなわち、図9に示すように左右二孔の空気吸い込み口35の間及びそれらの左右に合計3個の冷却フィン36が空気流通方向に沿って設けられている。

【0028】このようにすれば、冷却ファン5により電気部品室Rから空気吸い込み口35を通じて内部空間Sへ冷却風が吸い込まれるに際して、この冷却風は冷却フィン36を冷却し、それにより凹溝（空気吹き出し通路）9を区画する後端壁30の凹溝表面が伝熱冷却される。その結果、火炎により凹溝表面が高温となって、火炎冷却効果が低下するのが防止される。

（実施例4）他の実施例を図10に示す。

【0029】この実施例は、図1に示す実施例1の装置において、ブラシールゴム75の前板部75aとハウジング3の後端壁30との間に、金属片79を介装したものである。金属片79は凹溝（空気吹き出し通路）9を密閉するように介装され、ハウジング3へブラシアセンブリ7を締結する際にサンドイッチされる。金属片79の上端（図10中の右端）から3個の冷却フィン79aが互いに所定間隔を隔てて平行に立設されている。これら冷却フィン79aは、ハウジング3の後端壁30に貫孔された左右二孔の空気吸い込み口35の間及びそれらの左右に位置して介装される。

【0030】このようにすれば実施例3の場合と同様に、冷却ファン5により電気部品室Rから空気吸い込み口35を通じて内部空間Sへ冷却風が吸い込まれるに際して、この冷却風は冷却フィン79aを冷却し、それにより金属片79が冷却される。その結果、凹溝（空気吹き出し通路）9に面する金属片79の冷たい表面により、凹溝9中の火炎が良好に冷却され、消炎効果の一層の増大を図ることができる。

7

【0031】なお、この金属片79は本発明でいうブラシケースに包含される。更にこの実施例においては、凹溝（空気吹き出し通路）9はそれぞれとも金属（例えばアルミ合金）を素材とするハウジング3の後端壁30及び金属片79の両方により区画されるので、凹溝9を通過する空気流はこれら良熱伝導性及び大熱容量を有する部材により良好に冷却されることができる。

（実施例5）他の実施例を図11に示す。

【0032】この実施例は、図10に示す実施例4の装置において、サンドイッチされる金属片79の後端壁30に面する表面に凹溝（空気吹き出し通路）79bを設け、図10中の後端壁30の凹溝9を省略したものである。この実施例においても、実施例4と同じ効果を奏しえることは明白である。図5から図7に凹溝9の変形態様を示す。このように、凹溝9は直線以外の形状であれば通路長を稼いで消炎効果を増強することができる。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の装置では、空気吹き出し通路を有しているので、ブラシと接触導電部材との不良接触により生じた火花により火炎が発生しても、この空気吹き出し通路により消炎することができる。更に、空気吹き出し通路は、ブラシケース及びハウジングの後端壁により区画され両後端壁間の境界面

8

に沿って配設されるので、ブラシケースとハウジングの少なくとも一方を凹設するだけで、複雑な形状の空気吹き出し通路を形成することができ、その製造工数と費用とを低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す断面図、

【図2】ハウジングの後端壁外面を示す正面図、

【図3】本発明の実施例2を示す要部拡大断面図、

【図4】ブラシシールゴムを示す正面図

【図5】他の態様のブラシシールゴムを示す正面図、

【図6】他の態様のブラシシールゴムを示す正面図、

【図7】他の態様のブラシシールゴムを示す正面図、

【図8】本発明の実施例3を示す断面図、

【図9】図8のハウジングの後端壁外面を示す正面図

【図10】本発明の実施例4を示す斜視組立図、

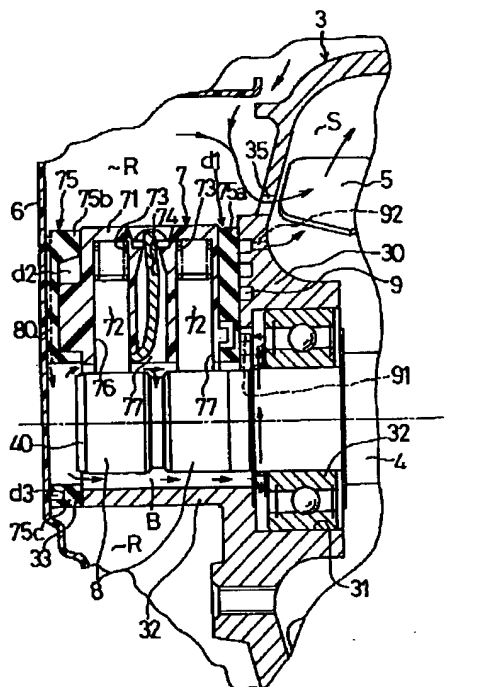
【図11】本発明の実施例5を示す斜視組立図、

【図12】従来の同期発電機の断面図、

【符号の説明】

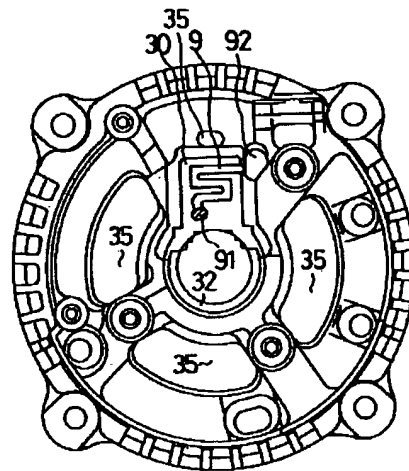
4は回転軸、3はハウジング、5は冷却ファン、8はスリップリング（接触導電部材）、71はブラシホルダ（ブラシケース）、75はブラシシールゴム（ブラシケース）、72はブラシ、9は空気吹き出し通路、75aは前板部（ブラシケースの端壁）

【図1】

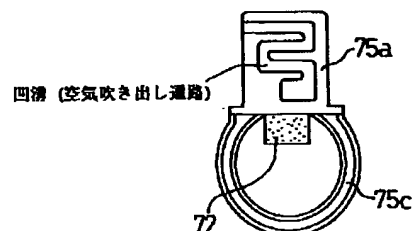


3…ハウジング
4…回転軸
5…冷却ファン
6…リアカバー
7…ブラシアセンブリ
8…スリップリング
9…凹溝（空気吹き出し通路）
72…ブラシ
71…ブラシホルダ（ブラシケース）
75…ブラシシールゴム（ブラシケース）
B…ブラシ室
R…電気部品室
S…ハウジング3の内部空間

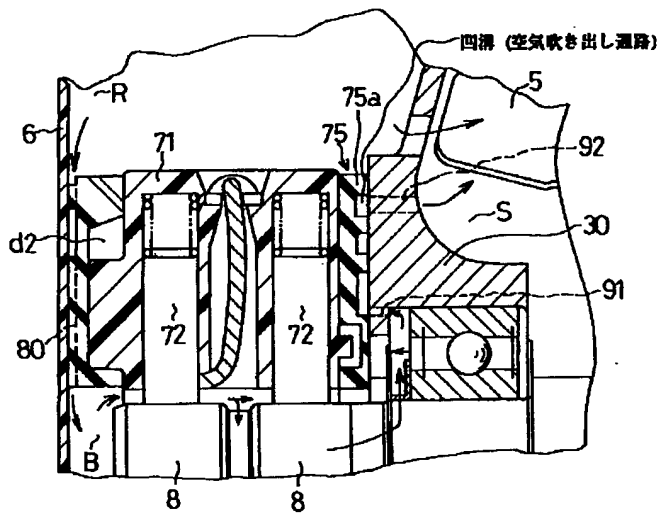
【図2】



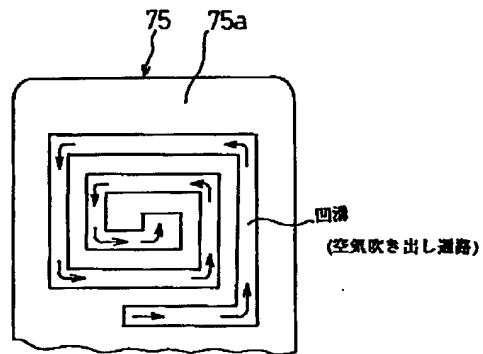
【図4】



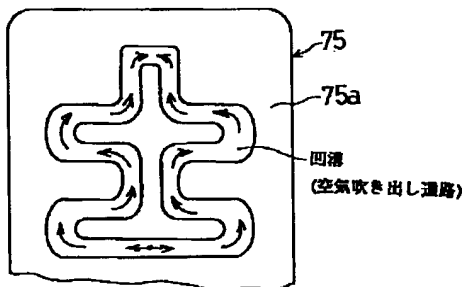
【図3】



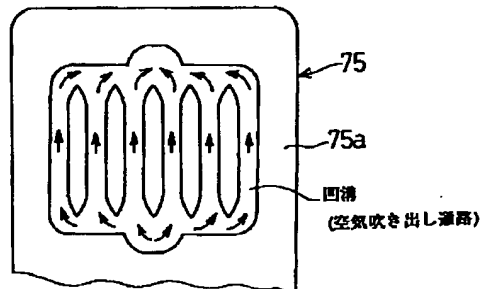
【図5】



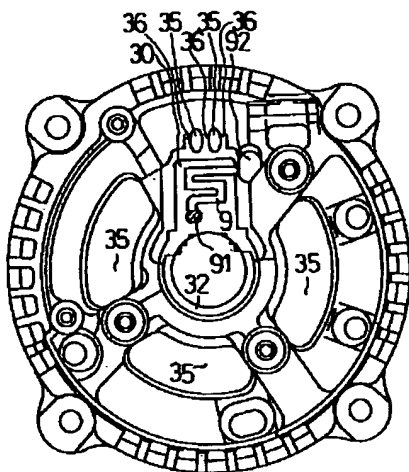
【図6】



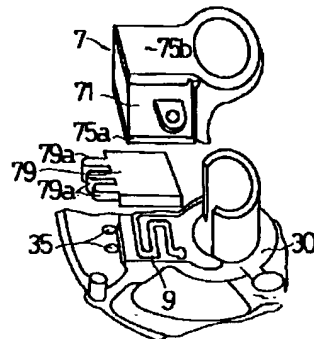
【図7】



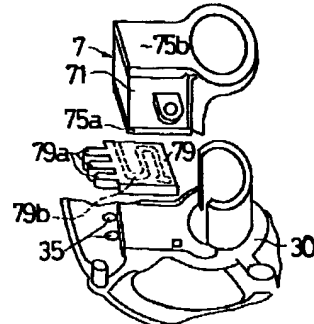
【図9】



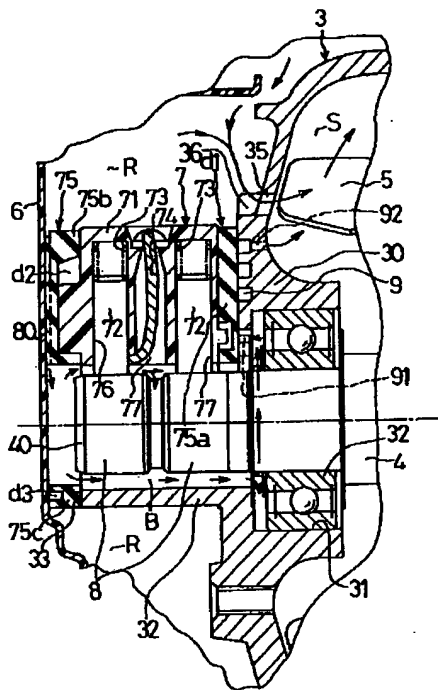
【図10】



【図11】



【図8】



- | | | |
|--------------|-------------------|-------------|
| 3...ハウジング | 9...回溝 (空気吹き出し通路) | |
| 4...駆動軸 | 72...ブラシ | B...ブラシ室 |
| 5...冷却ファン | 71...ブラシホルダ | R...電気部品室 |
| 6...リアカバー | (ブラシケース) | S...ハウジング3の |
| 7...ブラシアセンブリ | 75...ブラシシールゴム | 内部空間 |
| 8...スリップリング | (ブラシケース) | |

【図12】

